

201
64

DEI LIMITI
DELLA
NATURA UMANA

SECONDA PROLUZIONE

AL CORSO DI FISIOLOGIA SPERIMENTALE

nella

R. UNIVERSITÀ DI TORINO

letta dal Professore

JAC. MOLESCHOTT

il dì 24 novembre 1862.

TORINO
ERMANNO LOESCHER

—
1864.

Digitized by Google

Nach ewigen, ehrnen,
Grossen Gesetzen
Müssen wir alle
Unseres Daseins
Kreise vollenden.

GOETHE.

Secondo eterne, ferree,
Auguste leggi, intera
Tutti compier dobbiamo
Ne' suoi diversi giri
Questa nostra carriera.

Traduzione di ANSELMO GUERRIERI.

Egredi Signori!

Un savio dei tempi antichi disse, che l'uomo è la misura di ogni cosa (1). Lo disse a ragione, purchè non si dimentichi, l'uomo, quando misura, misurare per l'uomo medesimo. Con questa limitazione il detto di Protagora rivela uno dei veri più profondi e nel tempo stesso una grande intuizione atta ad ispirarci l'amore della investigazione, ad affidarci intorno all'esito delle ricerche, a darci lena e coraggio in mezzo agli ostacoli di ogni sorta che dovremo affrontare per raggiungere la meta che ci siamo proposti.

Il senso profondo da attribuirsi al motto del filosofo Greco riconosce l'essere commensurabili l'uomo ed il mondo. Non potrebbe esistere questa commensurabilità a meno che fossero certe, determinate, necessarie le relazioni che passano

fra l'uomo e gli oggetti dell'universo in cui si muove. Questi oggetti, per quanto siano diversi, mobili, variabili o fluttuanti, pure nell'essere loro, nei loro movimenti, nelle variazioni o fluttuazioni corrispondono a leggi della natura, la cui essenza in tutto e per sempre è la necessità. Ora la misura delle cose, le quali in tutti i loro cambiamenti obbediscono alla necessità naturale, deve anch'essa avere ragioni d'essere assolutamente necessarie ed immutabili; anzi, dovrebbe perdere istantaneamente il carattere indispensabile di una misura allorché l'arbitrio o l'accidente dispiegassero in essa un'influenza perturbatrice. Insomma, affinché l'uomo possa chiamarsi la misura di ogni cosa, fa d'uopo che le sensazioni, i giudizi, i pensieri, la coscienza, le volizioni e perfino le stesse sue passioni siano legate dalle medesime leggi della necessità naturale, le quali governano l'orbita dei pianeti, la formazione delle montagne, il flusso dell'acqua, il crescere delle piante o l'istinto degli animali.

Non durerà fatica a comprendere, e compresa a riconoscere quella legge che necessariamente presiede alle azioni, agli affetti, alle malattie ed alla morte dell'uomo, chi smettendo ogni considerazione estranea, da studi antropolo-

gici sia stato condotto a trovare, che l'uomo è una parte, un prodotto di quell'universo, di cui rivela le leggi, perchè ne sente l'influenza in se stesso, di quell'universo, le cui perturbazioni egli credeva tanto più numerose e tanto più gravi, quanto più superficiale ed incompleta era la sua cognizione dei fenomeni e delle relazioni che fra questi esistono.

L'uomo ha le radici nella terra, perocchè alla terra lo legano le piante, le quali direttamente o indirettamente gli servono di alimento; la sua vita dipende dall'aria, senza la quale l'alimento non può trasformarsi in carne ed ossa; il sole regge non tanto il crescere delle piante nutritive, ma ancora, ed in via diretta, l'energia delle funzioni dell'uomo. La rotazione diurna della terra è la condizione del riposo periodico, il quale ristora le forze del cervello non meno che dei muscoli. Dal movimento della terra si destano i venti, questi producono le onde, ed ambedue influiscono nella vita umana, al pari della temperatura e della pressione atmosferica.

Codeste influenze, i più non le conoscono o conoscendole non ci pensano, e non ci pensano appunto a cagione della troppa regolarità, colla quale esse si succedono e si fanno sentire. Le

sentono come naturali, senza considerare che codesto naturale non è se non la necessità. L'uomo è troppo avvezzo a trovarsi nei legami della natura per preoccuparsene, ed egli non pensa che deve tutto il suo sapere, il suo potere, somministratogli dalle forze naturali, a quella correlazione immutabile, per cui non è un contemplatore estraneo, ma un organo intrinseco dell'universo, un organo mobile del mondo, e più specialmente un fiore, un frutto della terra e del sole.

L'intelletto umano è un prodotto della natura, ed alle leggi della natura non obbediscono soltanto i fenomeni che si osservano negli oggetti investigati, ma ancora la persona dell'investigatore medesimo.

Il valore del sapere umano deriva dal fatto, che il senso esaminatore soggiace alla necessità naturale, come la qualità di un qualsiasi oggetto dal senso esaminato, poichè codesta necessità è tanto durabile, quanto durerà il genere umano. Fra i sensi umani ed il cervello umano dall'una parte ed i fenomeni della natura ambiente dall'altra, esiste una relazione insolubile, la quale risalterà tanto più pura e chiara e scolpita, quanto più compiutamente la natura verrà misurata dalla specie umana intera e sviluppata.

La misura dunque, che l'uomo si procaccia, sarà una misura umana, essa sarà assoluta, in quanto che ogni vera relazione fra due oggetti, sebbene l'uno degli oggetti sia l'uomo, rappresenta una qualità assoluta dell'universo, ma sarà relativa in quanto che questa relazione esiste fra due fattori, dei quali l'uno può essere sostituito da un altro, giacchè a modo d'esempio un insetto potrebbe fare le veci dell'uomo (2). La relazione fra l'uomo e l'oggetto da lui osservato sarà una misura sì dell'uomo che dell'oggetto. Ne vien di conseguenza che l'uomo misurando ogni cosa finisce col misurare se stesso. Lo studio della natura deve condurci a conoscere la sensibilità della nostra misura, cioè i limiti dell'essere umano; e viceversa, la conoscenza di questi limiti è necessaria per approfondire umanamente la natura dell'universo.

Oggidì i fisiologi stanno occupandosi di co-desto studio, e, cercando i limiti della natura umana, tutti sanno più o meno distintamente, che contribuiscono alla soluzione di uno dei più alti problemi della scienza universale, ossia della filosofia.

Il mondo esteriore offre, se non nel senso sociale, almeno nel senso naturale, un'abbondanza non peritura di materiali, onde costruire il nostro corpo. Ma per trasformare quei materiali in sangue, in carne ed ossa, occorrono dei fluidi, i quali da certi organi, chiamati glandule, vengono preparati nell'organismo. Mediante tali fluidi le sostanze nutritive si dividono, si sciolgono e si cambiano in elementi che compongono il sangue. Ora la quantità di codesti liquidi digestivi, della saliva e del sugo gastrico, della bile, degli umori pancreatico, enterico e mucoso, che un uomo adulto produce e versa giornalmente nella cavità intestinale, non oltrepassa i 23 chilogrammi, dei quali più di $22 \frac{1}{2}$ constano di acqua (3). Basta quel peso di sughi digestivi per trasformare in sangue i $3 \frac{1}{2}$ chilogrammi che tra cibi e bevande l'adulto consuma durante un giorno di lavoro; ma un eccesso notevole di sostanze nutritive aumenterebbe il contenuto dell'intestino senza arricchirne il sangue, e quindi senza pro dei tessuti muscolari e nervosi, i quali in primo luogo concorrono ad eseguire il lavoro umano.

Forse alcuno potrà osservarci che basterebbe l'aumento dei cibi per generare una copia mag-

giore di fluidi digestivi, talchè il limite, di cui cercammo, determinando l'energia delle glandule, fosse apparente piuttosto che reale. A tale obbiezione è facile rispondere, la trasformazione degli alimenti in sangue e carne non riuscire perfetta senza la cooperazione dell'ossigeno che inspiriamo. Ora la quantità di ossigeno, che si accoglie nei polmoni, dipende dal volume che questi organi possono acquistare durante l'allargamento del torace, e questo dall'energia dei muscoli inspiratori. Il peso dell'ossigeno inspirato dall'adulto in un giorno non arriva a un chilogramma (4). Vero è bene che un lavoro modico può spingere l'azione dei muscoli respiratorii e quelli del cuore, onde aumentare l'effetto dell'aria nella nutrizione del corpo. Un cacciatore, inspirando una maggior copia d'ossigeno, potrà smaltire un maggior peso di carne che non digerisce un ozioso lazzarone. Ma se la caccia si protrae, la stanchezza dei muscoli indebolisce la respirazione e con essa tutti i processi onde si compone la nutrizione cioè la rinnovazione del sangue e dei tessuti, di cui l'alterna formazione e distruzione sono le condizioni assolute per ogni lavoro sia dell'intelletto, sia delle braccia umane.

Limitata è dunque la forza della digestione,

limitata l'azione dell'ossigeno per trasformare il sangue in tessuti. Ed ove pure questi limiti non fossero imposti, la produzione di sangue e di carne nondimeno dovrebbe soggiacere alla ferrea legge quantitativa, imperocchè l'assorbimento, per mezzo del quale gli alimenti smaltiti passano dall'intestino nei vasi chiliferi e sanguigni, vien misurato dalla grandezza della superficie intestinale e dalla pressione che spinge le sostanze, disciolte o divise, dal cavo intestinale verso le strade del chilo e del sangue.

La funzione degli organi logora i materiali dei tessuti onde questi sono composti. Quindi basterà conoscere i prodotti che derivino dai tessuti logorati per giudicare della maggiore o minore attività spiegata dall'organismo. Ora questa attività anch'essa corrisponde all'energia della respirazione, giacchè l'ossigeno, siccome sviluppa la sostanza degli organi, così nel funzionare di essi la distrugge. Sapendo dunque come l'uomo adulto durante una giornata di lavoro può espirare poco più di un chilogramma di acido carbonico, può perdere poco più di tre chilogrammi d'acqua, evacuare da 30 a 40 grammi d'urea — per tacere le perdite di minor importanza, — avremo una misura della produzione

e della consumazione dei materiali, i quali in sostanza sono le vere fonti delle forze del corpo (5).

A prima giunta nessuno s'aspetterebbe a trovare, che il movimento ordinato di tre o quattro chilogrammi d'alimenti, uniti a meno di un chilogramma d'ossigeno, potesse produrre effetti meccanici, la cui somma diffatti raggiunge un valore meraviglioso per chi non ne ha fatto l'analisi.

Il cuore fa le veci di una locomotiva, trasportando i materiali, onde nutrire e ravvivare gli organi in tutte le provincie del corpo. Contrazioni muscolari ritmiche sostituiscono la tensione del vapore. Col sospingere il sangue attraverso i circoli dei vasi, il cuore vince delle resistenze, in cui consuma la massima parte della forza che possiede. L'effetto operato dalle contrazioni cardiache, che si ripetono settanta volte il minuto, per una giornata monta al valore della forza richiesta per sollevare un peso maggiore di 80,000 chilogrammi all'altezza di un metro. A questo effetto si aggiungono quasi 1000 chilogrammi, che il lavoro giornaliero dei muscoli inspiratori potrebbe elevare alla mede-

sima altezza. Supponiamo poi, che un operaio eccellente lavori dieci ore del giorno: in quel periodo di tempo può spiegare una forza che basti a sollevare di un metro il peso di quasi 400,000 chilogrammi (6).

Facendo la somma di questi valori meccanici, ne risulta che un uomo, il quale passi la giornata lavorando strenuamente, potrà produrre un effetto uguale a circa 481,000 unità meccaniche, cioè la forza che sviluppa nei movimenti del cuore, del torace, dei membri, varrebbe a sollevare oltre i 480,000 chilogrammi all'altezza di un metro.

Di più l'organismo dell'uomo in forza dei processi chimici, i quali si eseguono in esso, genera giornalmente una quantità di calorico capace a trasformare 27 chilogrammi di ghiaccio in acqua bollente (7). Ora sappiamo che il calorico può generare movimento, per cui ad una caloria o unità di calorico corrisponde un certo effetto meccanico, che si chiama l'equivalente meccanico del calore. Il calorico prodotto in 24 ore nel corpo umano corrisponde ad una forza che potrebbe sollevare vieppiù di 1,100,000 chilogrammi all'altezza di un metro.

L'effetto dunque che l'uomo — anche lavorando — raggiunge direttamente con azioni

meccaniche, resta inferiore di quasi $\frac{3}{4}$ all'effetto che genera sotto la forma di calorico, lo che in parte almeno dipende dall'impossibilità di sostenere gli sforzi di un lavoro energico per un tempo maggiore di 10 ore (8).

Tolta quella produzione di calore, la quale si deve alla trasformazione degli alimenti in sangue ed ossa mediante i sughi digestivi e l'ossigeno, la vita dell'uomo verrebbe a cessare. L'energia normale di tutte le funzioni del corpo richiede, che il sangue e le parti interne possiedano un calore determinato e quasi assolutamente costante. Un subito abbassamento o innalzamento della temperatura del sangue di 7 o 8° C. cagiona la morte.

Però una delle più essenziali prerogative dell'uomo si è la facoltà di regolare la produzione del calorico secondo l'occorrenza. Elevate la temperatura di una camera da pranzo ad un grado straordinario, e vedrete diminuire l'appetito, e tale prova diretta vi spiega il perchè l'uomo può campare in climi diversissimi, purchè nelle regioni polari d'sponga di una maggiore quantità di alimenti, cioè di corpi combustibili per l'organismo, che non ne consuma sotto i tropici.

Quantunque l'uomo affronti le intemperie del

clima, arrogandosi il nome di cosmopolita, egli è pur sempre una creatura terrestre, un organo mobile della terra bensì, ma inseparabile dalla terra, incapace di sottrarsi alla sua atmosfera. Venturandosi ad un altezza di 8 o 9 chilometri sopra la terra, dove finalmente il barometro indica poco più di 200 m. m., gli occhi si offuscano, la forza dei muscoli vien meno, svanisce la coscienza. Un recentissimo areonauta, dopo di essersi elevato all'altezza di oltre 8 chilometri si trovò incapace di osservare il barometro o la lancetta dell'oriuolo, non gli veniva più fatto di reggere la penna per iscrivere, nè di profferire parola, o di afferrare oggetti vicini; sebbene per qualche tempo sentisse ancora gli avvisi e i consigli del suo compagno, pure finì col perdere la conoscenza, che non potè ricuperare se non quando la barchetta areostatica andava a mano a mano scendendo (9).

Prodotto della terra, sviluppandosi e lavorando coll'aiuto dell'atmosfera terrestre, vivificato dal sole, — ecco l'uomo avvinto alla natura ed al movimento del pianeta, di cui fa un organo modesto, mentre egli crede talvolta esserne maestro e signore! (10).

E onde nasce in lui tale credenza, se non da ciò che misura la volta del cielo e traccia l'orbita de' pianeti; da ciò che al vedere il sole fuggire i reattivi ed il crogiuolo, coi quali esplora le viscere della terra, va studiando la composizione dell'atmosfera solare con mezzi ottici, i quali dal sole medesimo gli vennero insegnati; da ciò che ha misurato la velocità della luce e della corrente elettrica, e avendo scoperto la meravigliosa celerità, colla quale l'ultima si propaga, se ne serve per vincere sì lo spazio che il tempo?

Ma quel vincitore, che misura, non si arresta a compassare il cielo e la terra, — misura anche se stesso per accorgersi che merita bensì il nome di un organo del mondo, ma di un organo, la cui fabbrica governa le sue cognizioni nello stesso modo in cui la costruzione di una macchina ne determina gli effetti. Che cosa mai sono gli organi dei nostri sensi, a cui dobbiamo tutte le nostre idee, se non stromenti fisici, stromenti di una mirabile precisione, ma nulladimeno limitati dalla tessitura loro, i quali, al pari d'una macchina a vapore, che si arresta dove le venga a mancare l'acqua, così cessano di percepire, quando il fiume sanguigno, sviato da loro, non fornisca il materiale, che deve subire quei

cambiamenti medesimi, da cui risulta la relazione dell'uomo col mondo esteriore?

La grandezza degli elementi sottilissimi della nostra retina determina la minima distanza onde possono essere separati due oggetti, perchè ci appaiano ancora isolati l'uno dall'altro. Essendo diversa quella minima distanza a misura che gli oggetti siano più o meno discosti dall'occhio, si suol' esprimerla coll' aiuto dell' angolo visivo. Due stelle per esempio, affinchè si vedano distintamente come due, fa d'uopo che si osservino sotto un angolo visivo non minore di trenta minuti secondi (11). Egli è una conseguenza della forma e della composizione dei mezzi rifrangenti dell'occhio il poter discernere un oggetto lineare finissimo, avvicinato fino alla distanza di solo dieci centimetri dalla cornea trasparente. Così noi siamo capaci di distinguere un semplice filo del baco di seta, nonostante che il diametro di esso non superi il $\frac{1}{133}$ di millimetro, ma ciò non sarebbe possibile se l'occhio non avesse muscoli interni dotati della facoltà di render più convessa la lente cristallina. La forza visiva non solo ha i suoi limiti nel poter rifrangente dei mezzi pellucidi

dell'occhio e nella dimensione degli elementi retinici, ma ancora nella sensibilità, di cui sono questi muniti. Risulta da questa triplice restrizione, che le stelle di sesta grandezza costituiscono il limite della visione umana relativamente alla volta celeste, vale a dire che l'occhio nudo non vince una distanza maggiore di 600,000 diametri dell'orbita terrestre (12), finchè si tratti di stelle, il cui splendore e diametro corrispondono a stelle di sesta grandezza. Laonde Tolomeo chiamava stelle oscure le più piccole, dalla settima grandezza in poi, le quali non si possono vedere tranne coll'aiuto del telescopio.

Quantunque l'occhio sia il senso, per mezzo del quale misuriamo principalmente lo spazio, mentre coll'orecchia, giudicando dell'altezza dei suoni, valutiamo direttamente il tempo, tuttavia anche l'osservazione visiva può, in casi innumerevoli, apprezzare direttamente il tempo in quanto che la durata diversa delle oscillazioni dell'etere luminoso produce sensazioni diverse. Imperocchè ogni volta che l'impressione di un colore ci colpisce, noi discerniamo la celerità delle vibrazioni dell'etere, le quali dove sono meno frequenti suscitano la sensazione del rosso, del violetto invece quando sono velocissime. Ora

il prisma, dissolvendo la luce composta, scinde i raggi in tal guisa che non manca la luce oltre il violetto: anzi, i raggi che nello spettro confinano col violetto sono distinti per l'energia della loro azione chimica; ma codesti raggi non destano la sensazione di un colore, perchè ad essi corrisponde una sì grande velocità delle oscillazioni, che non può loro tener dietro la sensibilità della retina. Ecco un altro limite della facoltà visiva, di cui l'analogo si trova nel senso uditivo, il quale abbraccia poco più di 12 ottave. Se un corpo sonoro produce meno di 16 vibrazioni per minuto secondo, il suono corrispondente forse sarà percettibile per un'altra creatura che l'uomo, — ma per questo è troppo grave perchè possa esserne colpito. Raggiungiamo l'opposto limite dei suoni, quando il corpo sonoro eseguisce più di 48,000 vibrazioni per secondo: il suono prodotto allora è troppo acuto per impressionare il nervo acustico dell'uomo. Tuttavia varia questo limite da individuo a individuo talchè i suoni acutissimi, che stridendo mandano i grilli mentre sono percepiti da alcuni, da altri passano del tutto inavvertiti (13).

Nè questo limite imposto all'udito esiste soltanto nell'alto e nel basso, ma ancora per la facoltà di distinguere suoni limitrofi. Un'orec-

chia buona ed esercitata a discernere suoni musicali percepisce senza affaticarsi la differenza di $\frac{1}{400}$ nei numeri di vibrazioni; il senso eccellente e sperimentatissimo di un violinista arriva a portare un giudizio sicuro intorno ad una differenza di $\frac{1}{1200}$.

I giudici più competenti del tempo e dello spazio sono certamente l'orecchio e l'occhio. Rispetto allo spazio però delle facoltà particolari all'occhio partecipa il tatto, il quale in varie regioni della cute e delle membrane mucose è dotato di una squisitezza molto differente. Mentre la punta della lingua e l'apice palmare dell'indice valgono a riconoscere come distanti l'uno dall'altro due corpi sottili, per esempio le punte di un compasso, fra cui resta l'intervallo di un millimetro, sul dorso basta appena la distanza di 40,000 m. per fornire la medesima sensazione distinta. Questa differenza fa sì che un cerchio, il cui diametro sia di 30,000 m., apposto alla coscia, fa l'impressione d'un disco solido, mentre l'avanbraccio e meglio il dorso della mano ne sente e riconosce il vuoto.

La squisitezza colla quale il tatto giudica della forma dei corpi, in primo luogo corrisponde al numero dei filamenti nervosi, che, provenienti dal centro cerebrospinale, vanno

diramandosi in una data regione della cute, e dipoi alla disposizione dei ramuscelli in questa. Dove si tratta però di valutare la temperatura di corpi avvicinati alla superficie tattile, la sottigliezza dell'epidermide è di maggior rilievo che non è il numero delle fibre nervee. Quindi la cute del gomito offre una sensibilità maggiore dei polpastrelli delle dita, ed in genere la faccia dorsale della mano è più sensibile della palmare. Uno stufajuolo col gomito discerne differenze di temperatura anche minori di un mezzo grado centigrado.

Ma se gli organi della visione, dell'udito ed anche quelli del tatto meritano dal più al meno il nome di stromenti di precisione, non altrettanto potrebbe dirsi del gusto e dell'olfatto. Codesti sensi apprezzano più le proprietà qualitative che non le quantitative nei corpi terrestri, a tal segno, che sono più atti a svegliare passioni che ad informare l'intelletto. Ciò è talmente vero, che in alcuni casi non sappiamo nemmeno distinguere un odore da un sapore, come anche le lingue talvolta li confondono, e l'olfatto non discerne neanche la direzione, dalla quale vien eccitato: esso non distingue destra e sinistra.

A poter apprezzare compiutamente l'energia di un lavoro, non basta considerare l'effetto che ne deriva, ma conviene tener calcolo del tempo speso a raggiungerlo. Quanto ai processi meccanici l'energia del lavoro è in ragione inversa del tempo richiesto a produrlo. Ora la legge che presiede alle opere meccaniche domina pure i lavori sensitivi.

Chiunque conosca le velocità stupende della luce e della corrente elettrica, essendo avvezzo a sentire parlare del volo dei pensieri, sarà propenso ad attribuire alle funzioni sensitive una celerità di gran lunga maggiore che non godono. Diffatti, ogniquale volta si genera una sensazione, deve effettuarsi in tre momenti. Il primo consiste nell'impressione prodotta da un adeguato eccitamento sull'espansione periferica dei nervi sensitivi; nel secondo l'alterazione svegliata dall'irritamento in codesta espansione si trasmette dalla periferia verso il centro nella strada dei nervi; finalmente, acciocchè l'irritazione si trasformi in sensazione, bisogna che nel terzo il cambiamento si trasporti dalla terminazione centrale delle fibre nervose sin dentro le cellule nervee del cervello. Alcuni hanno tentato di calcolare il tempo adoperato per la trasmissione dell'atto sensifero nella strada dei nervi. Ma

diversi furono i risultati che diedero le varie esperienze, ciò che dipende forse dal metodo seguito per misurare: mentre Helmholtz ammette che cotesta trasmissione nei nervi sensibili dell'uomo avvenga colla velocità di 60 metri al minuto secondo, Hirsch trova un valore ancora più piccolo, cioè di 34 metri soltanto (14). Si è tentato pure di misurare la durata complessiva dell'irritazione periferica, della propagazione del suo effetto nei nervi sensibili, e del trasferimento dalle fibre alle cellule nervee centrali. Ma l'uomo per estrarre il momento in cui percepisce nel cervello l'effetto prodotto dallo eccitamento, deve indicarlo con un segnale: la percezione quindi deve generare un atto volitivo, il quale dal centro passando nei nervi motori si trasmetta ai muscoli per destare in essi la contrazione. Dalle indagini finora istituite si può inferire la durata dell'insieme de' sei atti, e la velocità della propagazione del cambiamento generato nei nervi sensibili; si potrebbe ancora determinare il tempo voluto, nell'uomo, per la propagazione nei nervi motori e per la contrazione muscolare; ma tutto ciò non varrebbe a definire la velocità con cui l'eccitamento desta i processi sensiferi nella periferia e ne' centri del sistema nervoso.

Misurando quindi siam giunti a riconoscere un limite della nostra capacità d'apprezzare con analisi esatta la durata dei processi sensitivi. Ma c'è di più. Negli organi dei sensi e nel sensorio vi ha una reazione che limita la precisione delle nostre sensazioni. In generale si può dire che la differenza fra due sensazioni rimane costante, quand'anche si cambi l'intensità assoluta di due impressioni, purchè le forze delle relative irritazioni si mutino proporzionalmente (15). Così a cagione di esempio due differenti colori si percepiscono con uguale contrasto, quantunque siano rischiarati da diverse gradazioni di luce. Ma quando la luce va infievolendo ognora più fin ad un certo limite, allora l'osservatore non distingue più nè i colori, nè la forma degli oggetti, che poc'anzi gli apparivano, sebbene avverta ancora il fondo sul quale prima si staccavano gli oggetti colorati. In tal guisa una macchia colorata entro un disco bianco rotante non produce l'immagine di un cerchio, nemmeno di un cerchio grigio, appena la luce sia indebolita oltre un grado determinato, quantunque il disco ancora si distingua (16). E ciò avviene perchè la luce prodotta nella retina medesima impedisce l'osservazione del contrasto fra la macchia ed il fondo. Codesta luce interna lascia

invariata la proporzione fra le due impressioni luminose esterne finattantochè la sua intensità sia infinitamente piccola in paragone della luce esterna. Se all'incontro le impressioni luminose estrinseche diventano troppo deboli in confronto della luce interna, di cui la stessa quantità viene a rinforzare ambedue le impressioni, allora la differenza fra queste ci sfugge. Una qualità intrinseca dell'organismo mette limite alla possibilità di riconoscere le qualità del mondo esteriore. Ma questo limite è un fatto che in se stesso costituisce una parte del sapere umano, una misura della meta che le nostre cognizioni possono raggiungere, e raggiunta quella meta, valutando una relazione — benchè negativa — dell'uomo al mondo, misuriamo il mondo medesimo con misura umana.

Restringendo ora le nostre considerazioni all'individuo, vediamo emergere dai rapporti temporali la più rigorosa limitazione della natura umana. Un dotto fisiologo ha voluto persuadersi che, per conseguire una sensazione, la quale avesse il significato di un'immagine distinta, di un'idea, si richiedesse per lo meno lo spazio di $\frac{1}{8}$ di minuto secondo (17). Codesto

numero non può certo avere un valore assoluto, e sarà che sotto condizioni favorevoli ad alcuni si faccia presente un'immagine in un tempo molto minore. Però chiunque badi a se stesso, concederà non volentieri, ma pur troppo di anima convinta, il tempo requisito per gli atti intellettuali non essere paragonabile alla velocità de' lampi. Domandatelo ai matematici, agli storici, ai filosofi, quante ore ed ore siansi talvolta affaticati per stabilire con sicurezza e precisione una sola verità, di quanti sudori un loro glorioso *ὑψηλὸν* fosse la palma!

Convieni inoltre tener conto delle condizioni sfavorevoli, le quali esigono sovente un'osservazione attentissima e molto prolungata, affinchè l'occhio venga colpito d'un'immagine. Esempi ve ne forniranno i naturalisti tutti, ed i migliori e più sperimentati osservatori in numero maggiore; ma le sperienze più stringenti in prova della tesi enunziata posseggono gli astronomi. Herschel minore doveva applicare per più di un quarto d'ora l'occhio al telescopio e ripararsi intanto da ogni luce estranea per distinguere i satelliti di Urano, e dopo il passaggio di una stella di seconda grandezza pel campo visuale aveva bisogno di riposarsi una ventina di minuti, affinchè la retina eccitata si fosse rimessa

a tal punto da poter avvertire la cagione di un irritamento debolissimo (18).

Conquistata l'immagine, generata l'idea, si tratta di comunicarla ad altri. Supponiamo che ciò avvenga per mezzo della voce di un uomo vivace. Anche questi impiega un decimo di minuto secondò per pronunziare una sillaba distinta (19). Ora con meno di tre sillabe non si potrà emettere un concetto per semplice che sia, e l'intelletto umano è così fatto, che non può seguire una serie di concetti, i quali, l'uno dopo l'altro, senza combinarsi per un logico legame si presentino all'orecchia. Non sarà lecito dunque di calcolare, che in un'ora 1,200 pensieri possano occupare il nostro cervello. La pro-
lusione che vi presento fra giudizi e conclusioni può contenere presso a poco 480 concetti. È vero che nelle vostre menti svegliate il mio dire avrà destato altri pensieri, i quali potrebbero di molto ingrandire il numero che calcolando ho trovato, se non fosse che in quel mentre, occupati dei vostri pensieri, doveste sfuggire ad una parte delle mie parole. Facciamo un numero tondo, supponiamo che nel lasso di un'ora ci siamo ideati 300 concetti: ciò farebbe 12 secondi per un pensiero.

Dovrebbero poi essere menti esercitate quelle

che, avendo seguito un discorso — non dico del mio — ricco per alti concetti piuttosto che per eleganze retoriche, quando desso abbia durato più di un'ora, non ne sentano almeno un leggier grado di stanchezza. E dove meglio che all'esposizione di un oratore si applicherebbe la giustissima parola di Macchiavelli, che « spesso la tardità ti toglie l'occasione e la celerità le forze? » (20).

Allorquando il tempo non preme troncando le forze, la forza che fa difetto restringe il tempo. Chi c'è fra egregi studenti, provetti e giovani, che non abbia sofferto di lassitudine da occupazioni intellettuali, a tale da dover desistere dal lavoro nel momento stesso che sperava vincere una difficoltà o esaurire un argomento? Ciò accade del cervello come dei muscoli. Più volte questi si contrassero, e maggiormente sono vinti dai pesi che sollevano, sicchè di fatti per contrazioni in breve ripetute, avendo mancato il tempo di ristoro, il muscolo produce un effetto meccanico ognora minore. Nei sensi quel tempo assolutamente necessario a rimettersi produce un intervallo in cui cessa l'osservazione. Un suono continuo sulle prime si sente senza interruzione, ma in poca d'ora non si avverte più se non ad intervalli periodici, e nelle pause si rifà il nervo acustico cavando nuovi

materiali dalla fonte del sangue. Non dipende da altra cagione che dalla stanchezza l'essere noi incapaci di fissare con attenzione costante un punto per un tempo anche di poco prolungato. Ed è forse stanchezza ancora, se, dopo aver guardato per qualche istante un certo colore, noi cominciamo a vedere, o nella vicinanza dell'oggetto colorato, o chiudendo gli occhi, il colore complementare, supponendo che un dato colore stanchi certi elementi retinici, i quali soli siano capaci di sentirlo, per cui il medio stato di irritazione degli altri produrrebbe la sensazione del colore complementare, sensazione a cui non corrisponde una cagione esterna di eccitamento (21). Un passo di più — e saremmo nel campo delle allucinazioni prodotte da fiaccamento e debolezze. A forza di fissare un punto per esaminarlo, vediamo il mondo mutar colore e porre limite all'indagine.

Sebbene questo limite riguardi il tempo soltanto, di modo che un breve ristoro rimette l'osservatore all'opera, qui però si tratta di un limite naturale, che in casi innumerevoli tien legato il giudizio dell'uomo. Tutte le cagioni di illusioni dei sensi non sono — è vero — fonti di errori assoluti o durevoli, ma la correzione di tali illusioni richiede un lavoro ripetuto degli organi

dei sensi, il quale non si eseguisce se non a scapito di molto tempo.

Il pericolo riesce più grande, dove l'uomo, badando più alla qualità della sensazione che alla quantità della causa, non riconosce il fiaccamento dei suoi organi, ma lo prende invece per uno stato affatto speciale. Un corpo caldo o freddo, la cui temperatura eccede un certo grado, non fa più l'impressione di una temperatura, ma produce dolore (22). Quel dolore, a mio credere, non è se non uno stadio di stanchezza. Ed è stanchezza o sovreccitazione in simile modo qualunque stato di dolore o di piacere, che meriti il nome di passione. Fra tutti i limiti della natura umana il più penoso, il più umiliante è compreso nella verità incrollabile che la passione abbaglia la ragione. E trovando che la passione come la stanchezza sono situazioni, di cui è ferace l'organismo stesso della fabbrica umana, non potremo non comprendere Ugo Foscolo dove esclama: « Ah! pur troppo, tutta
« la forza della nostra filosofia, tutta la forza
« dell'anima nostra risiede nella forza de' nostri
« muscoli, del nostro cuore di carne e del nostro
« cervello, tal quale le dita della madre natura
« l'hanno impastato » (23).

Ma in faccia alla coscienza dei limiti della natura umana c'è una grande, una sublime consolazione, e non vogliamo dimenticarla. Fa parte della necessità, che governa l'uomo, l'esser spinto costui sempre mai dal desiderio di « sapere la ragion delle cose e la cagion d'esse » (24). Conosciute le fonti delle cognizioni umane, si è studiato di scavarle ognora più, onde accrescerne l'ubertà. Quindi tutti coloro, i quali eransi persuasi, che « le ragioni efficaci in tutte le cose emergono solamente dai fatti » (25), si sono dedicati ad esercitare i sensi. Hanno raggiunto il duplice scopo di renderli più acuti e di riconoscerne almeno in parte il meccanismo ed il rapporto di questo coll'origine delle illusioni.

L'uno e l'altro giovò non solamente agli investigatori, ma al genere umano intero. Appena una cosa viene trovata da un buon osservatore, se ne avvedono anche gli altri, laonde sovente si maravigliano i naturalisti di non aver avvertito un oggetto prima che loro venisse dimostrato dallo scopritore. E dall'altra parte, una volta che sia spiegata la cagione di un'illusione dei sensi, chi l'ha compresa non ne sarà più vittima. Così, chiunque conosca l'influenza dell'angolo visuale sul giudizio intorno la di-

menzione dei corpi, non crederà esservi degli intervalli di varia grandezza fra gli alberi di un viale, quantunque le file degli alberi sembrano convergere lontano dal punto in cui si trova l'osservatore.

L'esame degli organi dei sensi poi ci conduce più oltre. Riconoscendo non potersi distinguere un oggetto troppo piccolo, perchè andrebbe avvicinato tanto all'occhio che la sua immagine non colpirebbe la retina, ma cadrebbe dietro ad essa, si è trovato un mezzo rifrangente tale che posto fra l'occhio e l'oggetto producesse un'immagine ingrandita collocata nella distanza della visione distinta: ecco il microscopio semplice. Osservando col microscopio semplice l'immagine di un piccolo oggetto, ingrandita ed inversa col mezzo di un'altra lente, si arriva a distinguere facilmente granelli di 1/2000 di millimetro, quali sono quei del pigmento nero del fondo dell'occhio. Con tale apparato, il quale come sapete rappresenta il microscopio composto, i naturalisti prendono in disamina cellule, tubetti e fibre degli organismi sì vegetali che animali. Il mezzo, perfezionato qual'è negli ultimi tempi, è sì potente, che ha indotto alcuni uomini chiarissimi a definire rami di scienza non dal soggetto, ma dallo

stromento che serve a far le osservazioni. È superfluo rammentarvi come lo stesso servizio che il microscopio presta per gli elementi staminali della tessitura organica, il telescopio lo renda per la volta del cielo. — Il fondo dell'occhio non essendo visibile per l'ispezione diretta, giacchè l'osservatore medesimo intercetta quella luce, che l'occhio da osservarsi dovrebbe rimandare nel suo, offriva quistioni tanto importanti al medico da eccitare la fisiologia a rischiare quel fondo misterioso con luce riflessa: ecco l'oftalmoscopio, senza il quale oggidì non si comprende più oftalmiatria. — La nostra retina è presso a poco insensibile pel colore dei raggi così detti chimici, che si trovano accanto dei raggi violetti dello spettro solare. Egli pare che sia invisibile il colore, essendochè il numero delle vibrazioni dell'etere luminoso nell'unità del tempo è troppo grande per impressionare l'espansione del nervo ottico. Or bene, quando quella luce oltrevioletta incide su una sostanza fluorescente, qual è una soluzione di solfato acido di chinina, la celerità delle vibrazioni si tempera, e ne segue che la luce oltrevioletta, la quale prima pareva « di ogni luce muta » o almeno non parlava se non pel mezzo di reattivi chimici, ci appare di un colore bleu

biancastro. Quindi le sostanze fluorescenti sono da comparare ad un microscopio per lo spettro solare o per lo spettro di luce elettrica. — Dove vien meno l'analisi chimica per svelare l'intima costituzione di una sostanza organica, abbiamo la luce polarizzata, che tradisce almeno un indizio generale di differenze molecolari, siccome il galvanometro indica differenze di temperatura o correnti elettriche, che sfuggirebbero a mezzi d'investigazione più grossolani. E quando nell'esame microscopico l'ispezione diretta e la divisione meccanica non arrivano a manifestare la composizione staminale di un tessuto, i reattivi chimici, per chi sappia adoperarli, tolgono il velo.

Il succedersi delle ricerche fa sì che non solo crescono le cognizioni, ma insieme con esse si sviluppano gli stromenti, mercè dei quali le cognizioni si procacciano, vale a dire i sensi medesimi. La storia della coltura umana per buona parte consiste nel tracciare la storia dello sviluppo dei sensi. La possibilità di questo sviluppo e più ancora il fatto, che lo sviluppo abbia la sua storia, costituiscono il più essenziale carattere che distingue l'uomo dalla bestia. Muore il padre, ma dopo il padre vive il figlio, vivono i nipoti: le generazioni formano un

insieme continuo, e la novella partecipa a tutti i frutti, che il lavoro accumulato dalle antecedenti abbia potuto raccogliere. L'uomo è il solo animale che non tanto viva la vita dell'individuo, ma nel senso latissimo la vita del genere, ed è consapevole di quella vita generica. Quindi il sapere della razza umana è definito soltanto dai limiti del genere, non dai limiti dell'individuo.

Quei metodi di induzione, di speculazione positiva, di critica dei processi intellettuali, che furono inventati da Bacone, Spinoza e Kant, offrono altrettanti mezzi di indagine che fruttano alle generazioni future. In quasi tutti i lavori scientifici si dispiegano le idee feconde, che Schelling ha esposte per lo sviluppo nella storia, per la storia dello sviluppo. Per ogni dove si fanno sentire le profonde meditazioni di Hegel per iscoprire l'essenza del rapporto, il quale esiste fra il soggetto, che è l'uomo, e l'oggetto, che è il mondo esteriore. Gli aiuti di calcolo, ideati dai più illustri ingegni — a cominciare da Pitagora fino a Newton, Leibnitz e Lagrange — profittarono non solo a Laplace e Bessel e Gauss, quei mezzi di calcolo sono veri ordigni, che servono e serviranno ogni giorno a tutti i naturalisti i quali all'esempio dei fisici e degli

astronomi, sottomettono le loro osservazioni e le spiegazioni di esse alla severa critica della misura. —

Omero, Dante, Shakespeare, Molière e Goethe, — Aristotile, Galilei, Kepler, Arago, — Ippocrate, Vesalio, Haller, Morgagni e Bichat, — Lavoisier, Cuvier e Humboldt, — Tucidide, Macchiavelli e Grotius, — Fidia, Michel Angelo, Rafaele, Rubens, Pergolese, Mozart, Beethoven e tutti gli ingegni illustri hanno sentito, dipinto, osservato, pensato non solo per gli ottimi dei loro tempi, ma per tutti i secoli, finchè duri il genere umano. E siccome l'ha detto Alessandro di Humboldt: i secoli sono minuti nel grande processo di sviluppo dell'umanità progrediente (26).

E voi, egregi giovani, non vi lascierete scoraggiare da quel motto, ma vi rammenterete piuttosto delle nobili e profetiche parole, che Dante mise in bocca ad Ulisse:

O frati, dissi, che per cento milia
Perigli siete giunti all'occidente,
A questa tanto picciola vigilia
De' vostri sensi, ch'è del rimanente,
Non vogliate negar l'esperienza,
Di retro al sol, del mondo senza gente.

NOTE

(1) È Protagora che disse: πάντων χρημάτων μέτρον ἄνθρωπος. A ciò corrisponde il proverbio toscano: « Chi misura se stesso, misura tutto il mondo. » *Giuseppe Giusti*, Raccolta di proverbi toscani, Firenze 1853, p. 220.

(2) Cf. il mio libro: « Der Kreislauf des Lebens, » 4. Auflage, Mainz 1862, lettera seconda. — Chi vuol leggere un'esposizione ingegnosa del pensare quale sarebbe possibile in un insetto, unita ad una satira mordente contro le spiegazioni teleologiche, legga il famoso artic. del *Parker*: « A Bumble Bee's thoughts on the plan and purpose of Creation, nell'Album von Combé Varin, » Zürich 1861.

(3) Secondo le ricerche di *Bidder* e *Schmidt*, di *Nasse*, di *Arnoldt*, di *Kölliker* ed *Enrico Müller*, di *Weinmann*, di *Kröger*. Cf. la mia opera « Physiologie der Nahrungsmittel » 2. Auflage, Giessen 1859, p. 56 delle tabelle.

(4) Il numero è dedotto dalle ricerche di *Regnault* e *Reiset*, vedi: « *Physiologie der Nahrungsmittel*, » p. 142 del testo.

(5) L'uomo adulto; avente, all'età di 30 anni, un peso medio di 63,65 chilogrammi, nel lasso di 24 ore, spende in media

di acido carbonico	grammi	963
di acqua	»	3120
di urea	»	31
di acido urico	»	0, 6

ecc. Vedi « *Physiologie der Nahrungsmittel*, » p. 58 delle tabelle.

(6) Cf. *Valentin*, *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*, 2. Auflage, Braunschweig 1847, Vol. I, S. 123, Tab. II, e *Fick*, *Compendium der Physiologie*, Wien 1859, p. 90. Ho ridotto i numeri che si trovano nei luoghi citati ad un tempo di dieci ore di lavoro. Da questo calcolo si rileva come valore

massimo 398300	} Chilogrammi sollevati all'altezza di un metro.
minimo 38880	
medio 166921	

(7) Secondo il calcolo di *Helmholtz* un uomo, il cui peso sarebbe di 82 chilogrammi, nel tempo di 24 ore, produce 2700 unità di calorico, l'unità essendo la quantità di calorico idonea a far elevare di un grado la temperatura di un chilogramma di acqua. Adottando la cifra di *Joule*, l'equivalente meccanico del calorico generato nel corpo umano durante una giornata sarebbe di 1 147 500, ammettendo la cifra di *Clausius* sarebbe di 1 136 700 unità meccaniche,

l'unità corrispondente ad 1 chilogramma sollevato all'altezza di un metro.

(8) Con un calcolo grossolano si trova che durante il tempo di lavoro l'effetto meccanico diretto e quello generato sotto la forma di calorico siano presso a poco uguali.

(9) Vedi il rapporto del signor *Glaisher* sul viaggio areostatico intrapreso da lui unitamente al sig. *Cozwell*: *Times*, 10 sept. 1862.

(10) *Victor Hugo*, *les feuilles d'automne*, Paris 1841, p. 78:

*Parfois, lorsque tout dort, je m'assieds plein de joie
Sous le dôme étoilé qui sur nos fronts flamboie;
J'écoute si d'en haut il tombe quelque bruit;
Et l'heure vainement me frappe de son aile
Quand je contemple, ému, cette fête éternelle
Que le ciel rayonnant donne au monde la nuit.*

*Souvent alors j'ai cru que ces soleils de flamme
Dans ce monde endormi n'échauffaient que mon âme;
Qu'à les comprendre seul j'étais prédestiné;
Que j'étais, moi, vaine ombre obscure et taciturne,
Le roi mystérieux de la pompe nocturne;
Que le ciel pour moi seul s'était illuminé!*

(11) Secondo la determinazione di *Hooek*. Vedi la memoria di *Aubert* nel mio giornale di fisiologia: « *Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere*, » Vol. VIII, p. 281, 282.

(12) Il diametro dell'orbita terrestre è uguale a 306 milioni di chilometri.

(13) *Wollaston* citato da *Vierordt*, Grundriss der Physiologie des Menschen, 3. Auflage, Tübingen, 1862, p. 252.

(14) Vedi *Hirsch* in « Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere, » herausgegeben von *Jac. Moleschott*, Vol. IX, p. 198.

(15) La legge qui accennata venne per la prima volta enunciata da *Weber*, e dietro ad un vasto lavoro confermata da *Fechner*, per cui si suole denotarla col nome della legge psicofisica di *Weber* e *Fechner*. Vedi *Fechner*, Elemente der Psychophysik, Lipsia 1860, Vol. I, p. 134, e la bella memoria sullodata di *Aubert*, p. 254.

(16) Vedi *Aubert*, l. c. p. 304.

(17) *Wundt*, Gartenlaube, 1862 N° 17.

(18) *Aubert*, l. c. p. 260, 261.

(19) *Giovanni Luvini*, compendio di fisica sperimentale, Torino 1860, seconda edizione, p. 187.

(20) Storie Fiorentine, II.

(21) Conforme alla ipotesi di *Young*. Vedi *Helmholtz*, Physiologische Optik, p. 291 e seguenti, nella 7^a dispensa di *Karsten*, Allgemeine Encyclopaedie der Physik.

(22) Secondo le sperienze di *E. H. Weber*, vedi *R. Wagner*, Handwörterbuch der Physiologie, vol. III, p. 569 e seg.

(23) *Ugo Foscolo*, Epistolario t. I, p. 253.

(24) *Boccaccio*, Decamerone, Giornata VIII, N° 7.

(25) *Ugo Foscolo*, Discorso storico sul Decamerone.

(26) « Jahrhunderte sind Secunden in dem grossen Entwicklungsprocesse der fortschreitenden Menschheit. » *Humboldt* 's Briefwechsel mit *Varnhagen von Ense*, p. 267.

21. 13740 S.1